

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
27 mai 2004 (27.05.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/044541 A1(51) Classification internationale des brevets⁷ :

G01K 17/20

(72) Inventeur; et

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/CH2003/000735

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : PADOY,
Jean-Claude [FR/CH]; Chemin des Piccardes, CH-1441
Valeyres-sous-Montagny (CH).

(22) Date de dépôt international :

11 novembre 2003 (11.11.2003)

(74) Mandataire : NITHARDT, Roland; Cabinet Roland
Nithardt, Conseils en Propriété Industrielle S.A., Y-Parc /
Rue Galilée 9, CH-1400 Yverdon-les-Bains (CH).

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

02/14174 13 novembre 2002 (13.11.2002) FR

(81) États désignés (national) : CA, JP, US.

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : THER-
MOFLUX TECHNOLOGIES SA [CH/CH]; Chemin de
Galilée 9, CH-1400 Yverdon-les-Bains (CH).(84) États désignés (régional) : brevet européen (AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,
IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

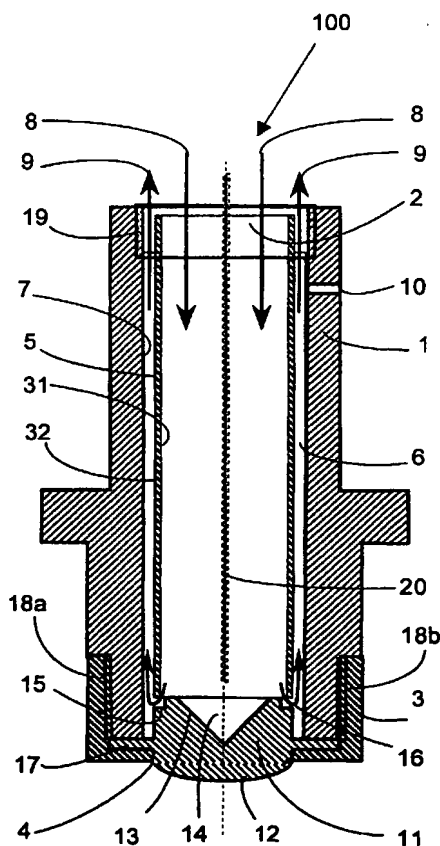
Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: MEASURING DEVICE FOR A HEAT FLUX

(54) Titre : DISPOSITIF DE MESURE D'UN FLUX THERMIQUE



(57) Abstract: The inventive device (100) for controlling combustion gases and the thermokinetic characteristics of thermal and chemical reactions of all processes comprises a tubular metallic body (1) which is closed on the ends thereof with a plug (2) provided with an input and output (8, 9) and a cap (3) containing a metallic lens (11) arranged therein, said lens having a high thermal diffusivity and one of the faces (12) thereof contacting gaseous fluid (22). An isotropic chamber (5) for measuring a radiative flux is disposed inside the metallic body (1), and a heat flux sensor (20) is fixed on the median plane of said isotropic chamber (5).

(57) Abrégé : Le dispositif (100) pour le contrôle des gaz de combustion et de l'aspect thermocinétique des réactions thermiques et chimiques de tout processus comporte un corps métallique tubulaire (1), fermé à ses extrémités par un bouchon (2) pourvu de voies d'entrée et de sortie (8, 9), et un capuchon (3) à l'intérieur duquel est montée une lentille métallique (11) à grande diffusivité dont l'une des faces (12) est en contact avec un fluide gazeux (22). Une chambre isotrope (5) de mesure du flux radiatif est disposée à l'intérieur du corps métallique (1) et un détecteur (20) de flux thermique est fixé dans le plan médian de la chambre isotrope (5).



En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

DISPOSITIF DE MESURE D'UN FLUX THERMIQUE

Domaine technique

La présente invention concerne un dispositif de mesure d'un flux thermique non stationnaire radiatif et convectif engendré au sein d'un fluide gazeux, notamment un fluide gazeux fortement corrosif sous haute pression et à haute température tel qu'un gaz provenant de la combustion de propergols.

Technique antérieure

On connaît déjà divers systèmes destinés à mesurer le flux thermique. L'un de ces systèmes est décrit dans l'article "Integral Plug-Type Heat-Flux Gauge" dans NTS TECH NOTES, US Department of Commerce, Springfield, VA, US, 1992, page 34, 1-2, XP000287850 ISSN : 0889-8464 et concerne un fluxmètre, basé sur l'utilisation de thermocouples, qui mesure le flux de chaleur en contact avec un échantillon de matériau et en effectuant une comparaison avec des jauges conventionnelles. Ce fluxmètre travaille par convection et non par radiation et ne permet pas de contrôler les réactions thermiques instationnaires se produisant dans les gaz.

Un autre système est décrit par la publication DE 2 064 292, au nom de SHOWA DENKO KK, qui concerne un thermofluxmètre ayant une plaque thermiquement conductrice associée à deux plaques à forte résistance thermique disposées de part et d'autre de la plaque thermiquement conductrice ainsi que deux thermocouples montés de part et d'autre du système. Il s'agit en fait d'un fluxmètre à parois auxiliaires classique travaillant par conduction. Le temps de réponse de ce type d'instrument est trop lent pour les régimes instationnaires présents dans les gaz à forte réactivité.

Un troisième système est décrit dans l'article de R S Figliola et al "Boundary condition influences on the effective area of a local heat flux probe" paru dans MEASUREMENT SCIENCE AND TECHNOLOGY, IOP PUBLISHING, Bristol, GB, Vol 7, no 10 du 1^{er} octobre 1996 (1996-10-01) pages 1439-1443,

XP000632229 ISSN: 0957-0233 qui a pour objet un capteur de flux thermique monté obligatoirement sur un corps isotherme et qui fonctionne par convection et non par radiation. Le transfert par convection implique un temps de réaction important, de sorte que le système ne se prête pas à l'étude de phénomènes
5 rapides.

Habituellement, le contrôle de la combustion des propergols s'effectue en mesurant la température des gaz de combustion au moyen de thermocouples dont le doigt de gant est en contact avec le fluide gazeux. Cependant les
10 capteurs des thermocouples ont un temps de réponse relativement long et exigent des délais de contact avec le fluide gazeux relativement importants. Ces dispositifs se détériorent de ce fait très vite dans ces gaz fortement corrosifs à haute pression et à haute température. En outre, les phénomènes de combustion étant très variables et non stationnaires, les essais de contrôle
15 de la combustion sont de très courte durée et exigent des dispositifs de mesure possédant un faible temps de réponse. Une solution à faible constante de temps consiste à réaliser une mesure optique de la température au travers d'une fenêtre de saphir, mais le coût d'un tel dispositif est élevé et la fenêtre s'obscurcit très rapidement par dépôt des résidus de combustion.

20

Au-delà du coût et de l'inadéquation des dispositifs existants, le principe même du contrôle de la combustion des gaz par la température reste inapproprié. En effet, tous les systèmes de contrôle mesurent la température moyenne du fluide gazeux mais la température est une grandeur d'état et
25 n'est pas représentative de la thermocinétique des gaz de combustion et de l'état réel desdits gaz à chaque instant de la combustion. Le contrôle des quantités de chaleur engendrées au sein des gaz en combustion par la grandeur densité de flux thermique reste la seule manière de rendre compte des phénomènes variables se produisant au sein du fluide gazeux. Or les
30 phénomènes qui se passent dans les gaz sont des phénomènes rapides que les systèmes classiques de mesure de température ou de mesure du flux

thermique ne peuvent pas cerner en raison essentiellement de leur temps de réponse trop long.

Exposé de l'invention

- 5 Le but de la présente invention est de pallier les inconvénients des dispositifs existants en réalisant un dispositif à très faible temps de réponse permettant de mesurer instantanément la densité du flux thermique dans un milieu gazeux fortement corrosif et aux conditions drastiques de température et de pression, tout en limitant la détérioration excessive des capteurs du flux
- 10 thermique et les coûts qui en résultent.

Ce but est atteint par un dispositif de mesure tel que défini en préambule, caractérisé en ce qu'il comporte un corps métallique tubulaire ouvert à ses deux extrémités, une chambre isotrope à faible déperdition de chaleur,

15 montée coaxialement à l'intérieur dudit corps métallique tubulaire, un détecteur dudit flux thermique radiatif, disposé à l'intérieur de ladite chambre isotrope, ce détecteur étant agencé pour délivrer un signal électrique représentatif du flux thermique non stationnaire radiatif et convectif engendré au sein du fluide gazeux, une lentille métallique agencée pour pomper la

20 chaleur du fluide gazeux et l'irradier intégralement et instantanément dans ladite chambre isotrope, cette lentille étant montée sur un capuchon agencé pour obturer une des extrémités dudit corps métallique tubulaire, et un bouchon agencé pour obturer l'autre extrémité dudit corps métallique tubulaire, un espace étant ménagé entre ladite chambre isotrope et ledit corps

25 métallique tubulaire pour permettre le passage d'un gaz de balayage circulant dans ladite chambre isotrope et dans ledit espace.

Selon un mode de réalisation préféré, le corps métallique tubulaire est pourvu d'un évent de sécurité débouchant dans l'espace ménagé entre ladite

30 chambre isotrope et ledit corps métallique tubulaire et par lequel ledit espace communique avec l'extérieur pour permettre la sortie du gaz de balayage en surpression.

Selon ce mode de réalisation préféré, le capuchon est monté de manière amovible sur une extrémité du corps métallique tubulaire.

- 5 De façon préférentielle, le capuchon comporte un filetage extérieur agencé pour coopérer avec un filetage intérieur ménagé à une des extrémités dudit corps métallique tubulaire.

- 10 D'une façon particulièrement avantageuse, le capuchon comporte une ouverture traversante dans laquelle ladite lentille métallique est montée de façon telle que l'une de ses faces soit en contact avec ledit fluide gazeux.

- 15 Dans la forme de réalisation préférée, le détecteur et les parois latérales de la chambre isotrope sont solidaires du bouchon et ledit bouchon est avantageusement pourvu de voies d'entrée et de sortie du gaz de balayage.

- 20 De préférence, la paroi intérieure de la chambre isotrope est revêtue d'un dépôt métallique poli de manière à assurer une réflexion corpusculaire maximale du flux thermique radiatif émis dans la chambre.

- 25 Dans cette forme de réalisation, la paroi extérieure de la chambre isotrope est également revêtue d'un dépôt métallique de manière à réfléchir un rayonnement parasite coaxial émis par le corps métallique tubulaire dans l'espace ménagé entre ladite chambre isotrope et ledit corps métallique tubulaire.

La chambre isotrope peut être de forme cylindrique et le détecteur est fixé selon l'axe de cette chambre.

- 30 La lentille métallique est avantageusement un corps à grande effusivité agencé pour pomper la chaleur du flux thermique par sa face en contact avec

le fluide gazeux, son autre face étant agencée pour irradier instantanément et intégralement le flux thermique pompé à l'intérieur de la chambre isotrope.

A cet effet, la face de la lentille en contact avec le fluide gazeux peut être
5 revêtue d'un dépôt d'oxyde métallique à fort coefficient d'absorption et résistant à la corrosion, l'autre face étant revêtue d'un dépôt métallique à forte émissivité.

La lentille métallique est avantageusement pourvue à sa périphérie d'un
10 élément de fixation par lequel elle est fixée de façon amovible à l'extrémité du corps métallique au moyen du capuchon.

Dans une variante de réalisation, la lentille métallique peut comporter une
partie circulaire par laquelle elle pompe le flux thermique du fluide gazeux et
15 une partie conique irradiant le flux thermique pompé dans la chambre isotrope, les deux parties étant rendues solidaires l'une de l'autre par un axe de liaison de faible diamètre.

Dans cette forme de réalisation, la partie circulaire de la lentille métallique
20 peut être de forme plate, cylindrique ou bombée.

En outre, la partie conique de la lentille métallique peut comporter une cavité tronconique agencée pour augmenter la surface émissive, ladite partie conique étant pleine et bombée.

25

Description sommaire des dessins

La présente invention et ses avantages seront mieux compris en référence à la description détaillée d'un exemple de réalisation préféré, donné à titre indicatif et non limitatif, et aux dessins annexés, dans lesquels :

30

- la figure 1 est une vue schématique en coupe représentant la forme de réalisation préférée du dispositif selon l'invention,

- la figure 2 est une vue schématique en coupe suivant un plan normal au plan de coupe de la figure 1 et représentant ledit dispositif et son positionnement sur un support contenant le fluide gazeux, au cours de la mesure.
- la figure 3 est une vue schématique en coupe d'une variante du dispositif de mesure du flux thermique selon l'invention, et
- les figures 4A, 4B, 4C et 4D représentent schématiquement quelques formes de la lentille métallique du dispositif de mesure de l'invention.

Manières de réaliser l'invention

En référence aux figures 1 et 2, le dispositif de mesure du flux thermique non stationnaire 100 représenté comporte un corps métallique tubulaire 1 fermé à l'une de ses extrémités par un bouchon 2 et à son autre extrémité par un capuchon 3 pourvu d'une ouverture centrale traversante 4. Une chambre isotrope 5 de mesure radiative, constituée d'un cylindre creux et équipée d'un détecteur 20 plat de forme rectangulaire, est fixée de manière coaxiale à l'intérieur du corps métallique tubulaire 1, l'une des extrémités de ladite chambre isotrope 5 étant solidaire du bouchon 2 et l'autre extrémité de cette chambre restant ouverte. Un espace cylindrique annulaire 6 est prévu entre la chambre isotrope 5 et la paroi intérieure 7 du corps métallique 1 afin de permettre l'évacuation d'un gaz de balayage 25. Ce gaz de balayage 25 est de préférence de l'air comprimé à faible pression qui est ventilé dans la chambre isotrope 5 afin de maintenir la température du détecteur 20 la plus stable possible pendant toute la durée de la mesure. A cet effet, le bouchon 2 est pourvu d'au moins une voie d'entrée 8 dudit gaz de balayage 25 et d'au moins une voie de sortie 9 par laquelle ce gaz est évacué sous la forme d'un alésage traversant, ces voies étant de préférence réalisées sous la forme d'alésages traversants. Le corps métallique tubulaire 1 est également pourvu, à l'une de ses extrémités, d'au moins un évent 10 de faible diamètre

débouchant radialement dans l'espace annulaire 6, cet évent permettant également la sortie du gaz de balayage 25. Cette ventilation évite les risques de surpression au sein du dispositif.

- 5 Une lentille métallique 11 de forme cylindrique à grande effusivité est montée à l'une des extrémités du corps métallique 1 coaxialement à ce corps en se logeant à travers l'ouverture 4 du capuchon 3. Cette lentille 11 comporte une face extérieure 12 légèrement bombée qui forme une protubérance par rapport à la face extérieure du capuchon et une face intérieure 13 pourvue
- 10 d'une cavité tronconique 14 s'ouvrant à l'intérieur de la chambre isotrope 5. La face extérieure 12 de la lentille métallique est en contact avec le fluide gazeux 22 dans lequel se trouve le dispositif. La lentille 11 est en outre pourvue d'une collerette 17 permettant sa mise en place de façon amovible à l'extrémité inférieure de la chambre isotrope 5. A cet effet cette collerette 17 est agencée
- 15 pour venir s'appliquer contre l'extrémité du corps métallique 1. Elle est maintenue en position par le capuchon 3, qui est pourvu d'un filetage intérieur 18a qui coopère avec un filetage extérieur 18b du corps métallique 1 pour réaliser une liaison démontable. L'extrémité supérieure de la lentille 11 obture la sortie de la chambre isotrope 5 et comporte un épaulement 15 afin de
- 20 ménager un passage 16 permettant d'évacuer le gaz de balayage. Ce passage 16 peut également être défini de n'importe quelle autre façon, par exemple par la présence d'un chanfrein.

- Le bouchon 2 obture l'extrémité supérieure du corps métallique 1 par une
- 25 liaison par filetage 19, le corps étant pourvu du filetage intérieur et le filetage extérieur correspondant étant réalisé sur la paroi extérieure du bouchon 2. N'importe quelle autre forme de liaison démontable pourrait être envisagée.

- Le détecteur 20 est disposé dans le plan médian de la chambre isotrope 5 de
- 30 sorte que l'une de ses extrémités est solidaire du bouchon 2 et le traverse en dépassant de quelques millimètres et que l'autre extrémité est légèrement raccourcie par rapport à ladite chambre isotrope 5, les côtés latéraux dudit

détecteur 20 étant quasiment en contact avec la paroi intérieure 31 de la chambre. Il est également fixé par ses cotés latéraux à la paroi intérieure de la chambre isotrope 5. Cette fixation peut être réalisée de n'importe quelle manière appropriée.

5

Le dispositif de mesure du flux thermique 100 se fixe de manière amovible par l'intermédiaire du corps métallique tubulaire 1 sur un support 21 contenant le fluide gazeux 22 à contrôler. Ce support peut par exemple être la paroi d'un réacteur ou d'une turbine, dans le cas particulier du contrôle des gaz
10 provenant de la combustion des propergols. La partie 23 du corps métallique 1 qui se fixe dans le support 21 peut avoir un diamètre extérieur plus grand ou plus petit que celui de la partie 24 dudit corps 1 se trouvant à l'extérieur dudit support. Le corps métallique tubulaire 1 peut avoir n'importe quelle autre forme appropriée facilitant le montage des différents composants du dispositif
15 et sa fixation sur le support 21, son axe étant perpendiculaire au sens d'écoulement du fluide gazeux 22. La chambre isotrope 5 possédant les mêmes propriétés d'irradiation thermique dans toutes les directions, l'orientation du plan du détecteur 20 par rapport au sens d'écoulement du fluide gazeux 22 à contrôler n'affecte pas les mesures du flux thermique. Ceci
20 offre une souplesse de fixation du dispositif en vue des mesures.

La figure 3 représente une autre forme de réalisation du dispositif de l'invention. Dans cette variante, la lentille métallique 11 a une forme sensiblement différente de celle de la lentille illustrée par les figures 1 et 2.
25 Cette lentille 11 comporte une partie circulaire 26, par laquelle elle pompe par convection et radiation le flux thermique du fluide gazeux 22, et une partie conique 27 à cavité tronconique 14 par laquelle elle irradie les quantités de chaleur reçues dans la chambre isotrope 5, les deux parties 26 et 27 étant solidaires l'une de l'autre par l'intermédiaire d'un axe de liaison 28. La lentille
30 11 est reliée au capuchon 3 par une liaison à pivot, ce sous-ensemble lentille-capuchon étant fixé de manière amovible à l'extrémité du corps métallique 1 par une liaison par vissage 29, le capuchon 3 étant pourvu d'un

filetage extérieur et le corps métallique 1 d'un filetage intérieur correspondant. Le corps métallique 1 peut être pourvu d'un filetage extérieur 30 par lequel le dispositif est fixé à l'intérieur d'un alésage correspondant (non représenté) ménagé sur le support du fluide gazeux, ledit alésage étant pourvu d'un
5 filetage intérieur correspondant.

Le sous-assemblage amovible lentille-capuchon peut être facilement remplacé dès que la lentille 11 est usée par l'action corrosive du fluide gazeux ou détériorée par les conditions de travail. A cet effet, différentes formes de
10 lentilles 11 sont envisageables et peuvent être remplacées en fonction des paramètres du fluide gazeux 22, le dispositif étant étalonné après chaque remplacement.

Les figures 4A, 4B, 4C et 4D illustrent quelques autres formes de la lentille
15 métallique 11. Dans ces différentes variantes, la partie circulaire 26 de la lentille, qui est en contact avec le fluide gazeux 22 à contrôler, peut être de forme plate (fig. 4A), cylindrique (fig. 4B) ou bombée (fig. 4C) et la partie conique 27 irradiant la chaleur dans la chambre isotrope 5 peut présenter une forme plate (fig. 4A à 4C), circulaire (non représentée) ou bombée (fig. 4D).
20 Elle peut également se présenter sous la forme d'un cône creux (fig. 4A à 4C) permettant d'augmenter sa surface émissive.

Lorsque le dispositif 100 est convenablement fixé sur le support 21 contenant un fluide gazeux 22 à haute température et sous forte pression, les quantités
25 de chaleur engendrées au sein du fluide par la combustion sont pompées par la lentille métallique 11 à grande effusivité qui, sous la poussée thermique du fluide environnant avec lequel elle est en contact, tend à imposer à l'interface commune gaz-lentille 12, une température voisine de la température propre de ladite lentille 11. La discontinuité de température imposée à l'interface
30 étant considérable, le fluide gazeux 22 cède alors plus rapidement, par convection et par radiation, les quantités de chaleur à ladite lentille 11. Il en va de même de la face 13 de la lentille 11 en contact avec le gaz comprimé 25

- balayant la chambre isotrope 5. La convection étant très faible dans cette chambre isotrope, la seconde face 13 de la lentille 11 cède, par irradiation, au milieu gazeux 25 les quantités de chaleur reçues. Le détecteur 20 délivre alors un signal électrique proportionnel aux quantités de chaleur irradiées par la lentille 11. Ce signal électrique est donc proportionnel à la densité de flux thermique pénétrant dans la lentille 11 par sa face 12 et est représentatif de la variabilité des flux thermiques engendrés au sein du fluide gazeux 22 à contrôler. De façon préférentielle, le gaz de balayage 25, par exemple de l'air comprimé à faible pression, est introduit dans la chambre isotrope 5 par la voie d'entrée 8, il balaye la chambre isotrope 5 et ressort par la voie de sortie 9 en passant par l'espace annulaire 6. Ceci permet de maintenir la température du détecteur 20 la plus stable possible pendant toute la durée de la mesure.
- 15 La paroi intérieure 31 de la chambre isotrope 5 est avantageusement revêtue d'un dépôt métallique poli afin d'assurer une réflexion corpusculaire maximale du rayonnement radiatif émis dans la chambre. Ledit dépôt intérieur peut être réalisé en or, selon un procédé connu de dépôt sous vide ou similaire. Ce matériau ne présente qu'une très faible absorption du rayonnement émis. La
- 20 paroi extérieure 32 de la chambre est également revêtue du même dépôt métallique afin de réfléchir le rayonnement parasite coaxial émis par le corps métallique 1 dans l'espace annulaire 6 qui crée une barrière thermique tendant à réduire le flux parasite conductif et radiatif provenant dudit corps.
- 25 De même, la surface de la lentille 11 en contact avec le fluide gazeux 22 à contrôler, c'est-à-dire sa surface extérieure 12, et sa surface en contact avec le flux de balayage 25, c'est-à-dire sa surface intérieure 13, peuvent être revêtues d'un corps noir. A cet effet, la surface extérieure 12 est revêtue d'un oxyde métallique à fort coefficient d'absorption afin d'améliorer la tenue de la
- 30 lentille 11 à la corrosion, notamment du chlore, et accroître avantageusement sa durée de vie, et la surface intérieure 13 est revêtue d'un dépôt métallique à forte émissivité.

Le dispositif de mesure de flux thermique 100 est relié pendant la mesure à une unité de traitement (non représentée) au moyen de câbles électriques (non représentés). Ces câbles sont essentiellement reliés au circuit électrique du détecteur 20. Lorsque ledit détecteur est irradié par la quantité de chaleur provenant de la lentille 11, il délivre à l'unité de traitement un courant électrique proportionnel à la densité de flux thermique sortant de la lentille 11 et, par suite, au flux thermique non stationnaire engendré au sein du fluide gazeux 22 à contrôler. L'unité de traitement peut alors calculer la densité du flux thermique au sein du fluide.

La température du fluide gazeux 22 peut ensuite être déduite de la valeur de la densité du flux thermique mesurée par la loi de Stefan Boltzmann :

$$T_0 = \left(f_{12} \varphi_0 \cdot \sigma^{-1} + T^4 \right)^{1/4}$$

dans laquelle T_0 désigne la température de la lentille 11, T la température du détecteur du flux radiatif 20, φ_0 la densité du flux thermique pénétrant dans la lentille, σ la constante de Boltzmann et f_{12} le facteur de forme du dispositif. Ce facteur de forme f_{12} est un facteur d'étalonnage qui prend en compte l'ensemble des influences des différents paramètres physiques et de construction du dispositif. Pendant l'étalonnage, ce facteur est ajusté jusqu'à ce que la température indiquée par l'unité de traitement corresponde à celle de la cible étalon prise comme référence.

A partir de la mesure du flux thermique, l'unité de traitement peut également calculer l'indicateur d'état thermocinétique du fluide gazeux 22, ledit indicateur informant de manière complète sur l'évolution de la combustion. Le dispositif selon l'invention permet ainsi de disposer avantageusement de trois données capitales sur la thermocinétique des gaz de combustion, soit la densité de flux thermique et l'indicateur d'état thermocinétique qui sont des grandeurs variables et la température qui est une grandeur d'état.

Le détecteur du flux radiatif 20 monté dans la chambre isotrope n'est pas perturbé par le flux convectif parasite engendré par les gaz de balayage 25 de la chambre isotrope 5. Ledit détecteur 20 doit être de préférence un détecteur à montage à couples coplanaires différentiels. Ce type de détecteur est disponible dans le commerce.

La lentille métallique 11 du dispositif de mesure du flux thermique 100 est de préférence réalisée en cuivre dont l'effusivité thermique est très élevée, c'est-à-dire de l'ordre de $36 \cdot 10^3 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{C} \cdot \text{s}^{1/2})$. La chambre isotrope 5 selon la forme de réalisation préférée a 40 mm de longueur et 5 mm de diamètre intérieur et la lentille 11 a 6 mm de diamètre et une hauteur de 6 mm.

Possibilités d'applications industrielles

Ce dispositif de mesure peut être utilisé pour le contrôle des gaz de combustion et de tout processus dont on cherche à contrôler l'aspect thermocinétique des réactions thermiques et chimiques, notamment dans les tuyères et les réacteurs, et les piles à combustibles pour la détection d'événements thermiques tels que le changement de phases. Les applications sont larges et peuvent être étendues notamment à la pétrochimie et à la chimie.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de mesure d'un flux thermique non stationnaire radiatif et convectif engendré au sein d'un fluide gazeux (22), notamment un fluide gazeux fortement corrosif sous haute pression et à haute température, tel qu'un gaz provenant de la combustion de propergols, caractérisé en ce qu'il comporte un corps métallique tubulaire (1) ouvert à ses deux extrémités, une chambre isotrope (5) à faible déperdition de chaleur, montée coaxialement à l'intérieur dudit corps métallique tubulaire (1), un détecteur (20) dudit flux thermique radiatif, disposé à l'intérieur de ladite chambre isotrope (5), ce détecteur étant agencé pour délivrer un signal électrique représentatif du flux thermique non stationnaire radiatif et convectif engendré au sein du fluide gazeux (22), une lentille métallique (11) agencée pour pomper la chaleur du fluide gazeux (22) et l'irradier intégralement et instantanément dans ladite chambre isotrope (5), cette lentille étant montée sur un capuchon (3) agencé pour obturer une des extrémités dudit corps métallique tubulaire (1) et un bouchon (2) agencé pour obturer l'autre extrémité dudit corps métallique tubulaire (1), un espace cylindrique annulaire (6) étant ménagé entre ladite chambre isotrope (5) et ledit corps métallique tubulaire (1) pour permettre le passage d'un gaz de balayage (25) circulant dans ladite chambre isotrope (5) et dans ledit espace (6).
2. Dispositif de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce que le corps métallique tubulaire (1) est pourvu d'un évent de sécurité (10) débouchant dans l'espace (6) ménagé entre ladite chambre isotrope et ledit corps métallique tubulaire et par lequel ledit espace (6) communique avec l'extérieur pour permettre la sortie du gaz de balayage (25) en cas de surpression.

3. Dispositif de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce que le capuchon (3) est monté de manière amovible sur une extrémité du corps métallique tubulaire (1).
- 5 4. Dispositif de mesure selon la revendication 3, caractérisé en ce que le capuchon (3) comporte un filetage extérieur (18a) agencé pour coopérer avec un filetage intérieur (18b) ménagé à une des extrémités dudit corps métallique tubulaire (1).
- 10 5. Dispositif de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce que le capuchon (3) comporte une ouverture traversante (4) dans laquelle ladite lentille métallique (11) est montée de façon telle que l'une de ses faces (12, 13) soit en contact avec ledit fluide gazeux (22).
- 15 6. Dispositif de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce que le détecteur (20) est solidaire du bouchon (2).
7. Dispositif de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce que les parois latérales de la chambre isotrope (5) sont solidaires du bouchon (2).
- 20 8. Dispositif de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce que le bouchon (2) est pourvu de voies d'entrée (8) et de sortie (9) du gaz de balayage (25).
- 25 9. Dispositif de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce que la paroi intérieure (31) de la chambre isotrope (5) est revêtue d'un dépôt métallique poli de manière à assurer une réflexion corpusculaire maximale du flux thermique radiatif émis dans ladite chambre (5).
- 30 10. Dispositif de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce que la paroi extérieure (32) de la chambre isotrope (5) est également revêtue d'un dépôt métallique de manière à réfléchir un rayonnement parasite

coaxial émis par le corps métallique tubulaire (1) dans l'espace annulaire (6).

5 11. Dispositif de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce que la chambre isotrope (5) est de forme cylindrique et en ce que le détecteur (20) est fixé selon l'axe de cette chambre (5).

10 12. Dispositif de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce que la lentille métallique (11) est un corps à grande effusivité agencé pour pomper la chaleur du flux thermique par sa face (12) en contact avec le fluide gazeux (22), son autre face (13) étant agencée pour irradier instantanément et intégralement le flux thermique pompé à l'intérieur de la chambre isotrope (5).

15 13. Dispositif de mesure selon la revendication 12, caractérisé en ce que la face (12) de la lentille (11) en contact avec le fluide gazeux (22) est revêtue d'un dépôt d'oxyde métallique à fort coefficient d'absorption et résistant à la corrosion, l'autre face (13) étant revêtue d'un dépôt métallique à forte émissivité.

20 14. Dispositif de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce que la lentille métallique (11) est pourvue à sa périphérie d'un élément de fixation (17) par lequel elle est fixée de façon amovible à l'extrémité du corps métallique (1) au moyen du capuchon (3).

25 15. Dispositif de mesure selon la revendication 12, caractérisé en ce que la lentille métallique (11) comporte une partie circulaire (26) par laquelle elle pompe le flux thermique du fluide gazeux (22) et une partie conique (27) irradiant le flux thermique pompé dans la chambre isotrope (5), les deux parties (26 et 27) étant rendues solidaires l'une de l'autre par un axe de liaison (28) de faible diamètre.

30

16. Dispositif de mesure selon la revendication 15, caractérisé en ce que la partie circulaire (26) de la lentille métallique (11) est de forme plate, cylindrique ou bombée.
- 5 17. Dispositif de mesure selon la revendication 15, caractérisé en ce que la partie conique (27) de la lentille métallique (11) comporte une cavité tronconique (14) agencée pour augmenter la surface émissive.
- 10 18. Dispositif de mesure selon la revendication 15, caractérisé en ce que la partie conique (27) de la lentille métallique (11) est pleine et bombée.

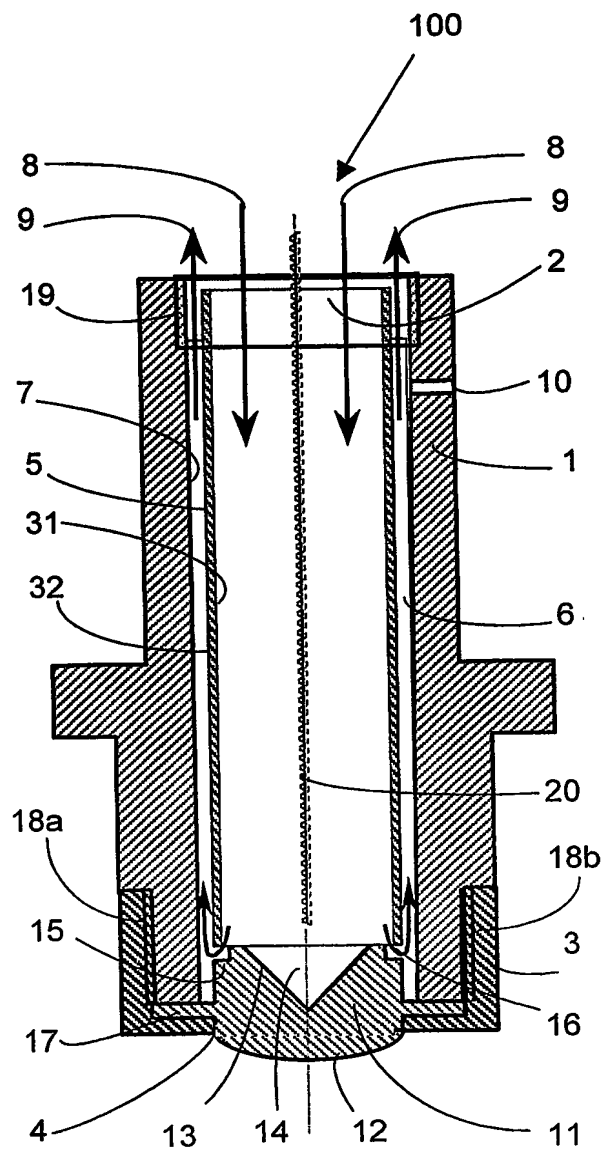


FIG. 1

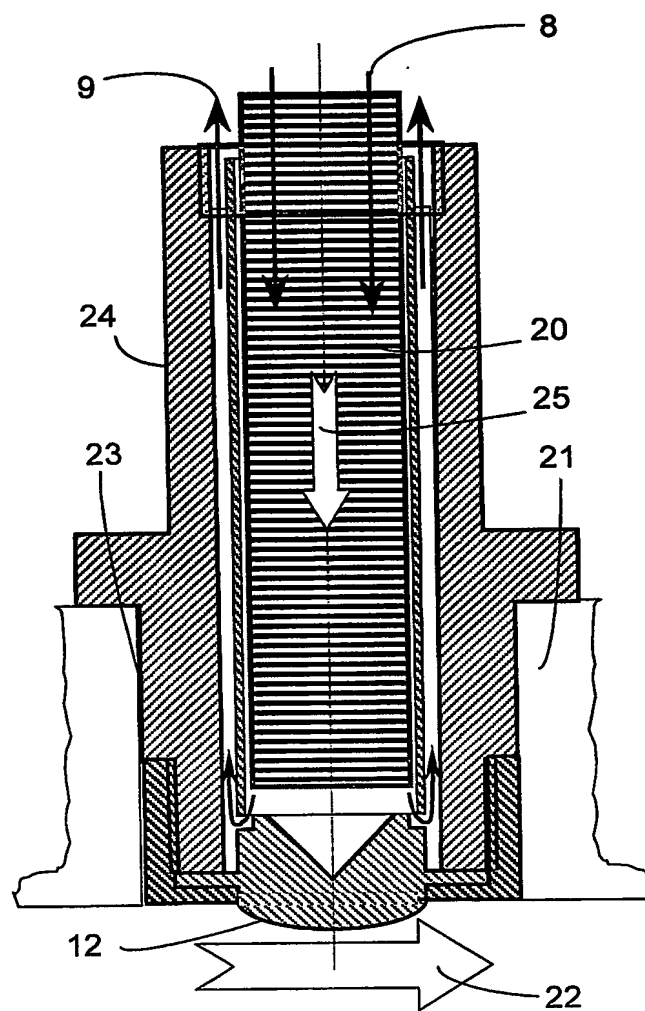


FIG. 2

2 / 2

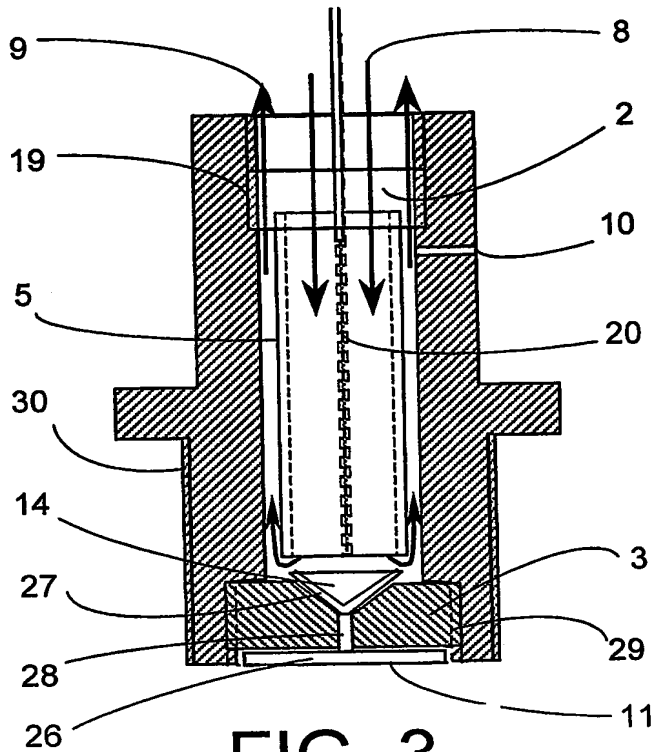


FIG. 3

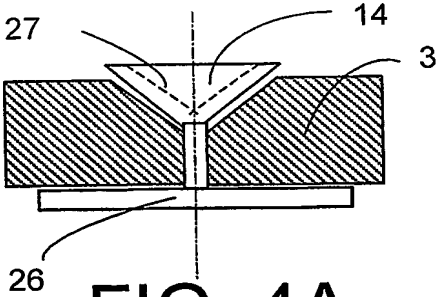


FIG. 4A

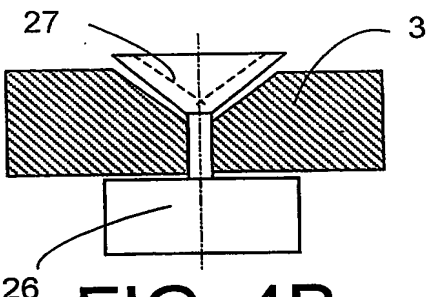


FIG. 4B

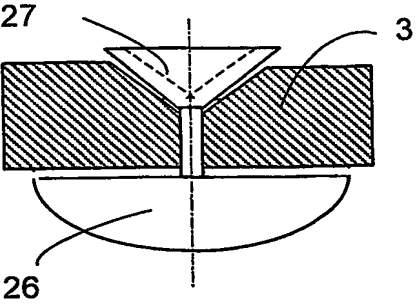


FIG. 4C

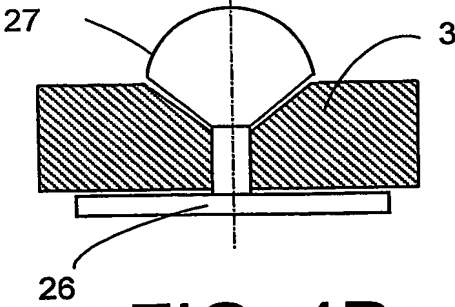


FIG. 4D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/03/00735

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01K17/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	"INTEGRAL PLUG-TYPE HEAT-FLUX GAUGE" NTIS TECH NOTES, US DEPARTMENT OF COMMERCE. SPRINGFIELD, VA, US, 1992, pages 34,1-2, XP000287850 ISSN: 0889-8464 cited in the application the whole document	1
A	DE 20 64 292 A (SHOWA DENKO KK) 13 July 1972 (1972-07-13) cited in the application the whole document	1

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 February 2004

Date of mailing of the international search report

19/02/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ramboer, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/93/00735

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>FIGLIOLA R S ET AL: "BOUNDARY CONDITION INFLUENCES ON THE EFFECTIVE AREA OF A LOCAL HEATFLUX PROBE" MEASUREMENT SCIENCE AND TECHNOLOGY, IOP PUBLISHING, BRISTOL, GB, vol. 7, no. 10, 1-October 1996 (1996-10-01), pages 1439-1443, XP000632229 ISSN: 0957-0233 cited in the application the whole document</p>	1

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 2064292 A	13-07-1972	DE 2064292 A1	13-07-1972

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/03/00735

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 G01K17/20

Selon la classification internationale des brevets (CIB) où à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G01K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	"INTEGRAL PLUG-TYPE HEAT-FLUX GAUGE" NTIS TECH NOTES, US DEPARTMENT OF COMMERCE. SPRINGFIELD, VA, US, 1992, pages 34,1-2, XP000287850 ISSN: 0889-8464 cité dans la demande le document en entier	1
A	DE 20 64 292 A (SHOWA DENKO KK) 13 juillet 1972 (1972-07-13) cité dans la demande le document en entier	1

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

12 février 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

19/02/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Ramboer, P

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/C/8/00735

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>FIGLIOLA R S ET AL: "BOUNDARY CONDITION INFLUENCES ON THE EFFECTIVE AREA OF A LOCAL HEATFLUX PROBE" MEASUREMENT SCIENCE AND TECHNOLOGY, IOP PUBLISHING, BRISTOL, GB, vol. 7, no. 10, 1 octobre 1996 (1996-10-01), pages 1439-1443, XP000632229 ISSN: 0957-0233 cité dans la demande le document en entier</p>	1

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 2064292 A	13-07-1972	DE 2064292 A1	13-07-1972